



APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE MÓDULOS EDIFICIOS ENERGÉTICOS PRODUCTIVOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN UNA TIPOLOGÍA EDILICIA EDUCACIONAL.

Irene Martini¹, Santiago Hoses¹, Carlos A. Díscoli² Elías Rosenfeld²

IDEHAB, Instituto de Estudios del Hábitat, UI N°2, FAU, UNLP

Calle 47 N°162. CC 478 (1900) La Plata. http://idehab_fau_unlp.tripod.com/ui2/

e-mail: imartini@arqa.com; santhoses@yahoo.com; Tel-fax: + 54 (221) 423-6587/90

RESUMEN: El trabajo muestra un diagnóstico del consumo energético de un establecimiento del sector educación a partir de la integración de los Módulos Edilicios Energéticos Productivos (MEEP) y la optimización del Área Aulas. Se analiza una tipología del nivel Educación General Básica definiendo los distintos niveles de integración (Edificio, Área, MEEP) y analizando los requerimientos de energía para *climatización*, iluminación y equipamiento para los distintos niveles de análisis planteados. Una vez obtenido el diagnóstico del establecimiento se plantea la *optimización* del área Aulas a partir del comportamiento lumínico, de la optimización de la climatización con costo 0 y de la optimización de la envolvente conociendo su *amortización* en un determinado plazo. Estas estrategias de reducción del consumo, con un leve aumento en el costo inicial, con periodos de amortización cortos, nos permite obtener un menor costo operativo durante la vida útil del edificio y un mejoramiento en la calidad térmica de los ambientes.

Palabras Claves: Diagnóstico energético; Optimización energética; Costo-beneficio.

INTRODUCCION

La construcción de escuelas en la provincia de Buenos Aires es tradicionalmente el producto de planes masivos de intervención estatal, cuya mecánica para la construcción de nuevos edificios es la adopción de prototipos. La mayor parte del parque edilicio Bonaerense está compuesto por edificios generados por medio de la repetición de determinados módulos por ejemplo aulas cuadradas (6 m x 6 m). Con el paso del tiempo, estos prototipos han sufrido variaciones en sus características tipológicas y constructivas en función de la transformación de los requerimientos pedagógicos o debidos al gran crecimiento demográfico registrado especialmente en el Conurbano Bonaerense. Estas reformas curriculares y tipológicas introducidas en el sector educación, sumadas a la ausencia de una política de intervención adecuada, produjeron un desordenado aumento de los requerimientos energéticos. (Hoses, S. 2000).

A partir de los inconvenientes energéticos junto a los recortes en la partida presupuestaria surge la necesidad de sistematizar las demandas energéticas de los establecimientos e identificar las áreas de mayor consumo con el objeto de predecir comportamientos u optimizar las condiciones de habitabilidad y establecer un uso eficiente de la energía.

En este trabajo, se aplica una metodología de diagnóstico orientada al consumo energético de los establecimientos del sector educación en los que se estudia la integración de (MEEP) (Martini, I. 1999). Se adaptó y ajustó la metodología desarrollada para el subsector salud al subsector educación en base a las necesidades teóricas de los distintos sectores del edificio. Esta metodología nos permite obtener el consumo energético de un determinado establecimiento a partir de la evaluación de los aportes (ocupación, ganancia directa por ventana, equipamiento e iluminación) y pérdidas de energía (renovaciones y envolvente) por módulo. En este caso, se tuvieron en cuenta las características propias de dicho subsector: i- uso discontinuo: período lectivo o período de receso; ii- alta ocupación en tiempo acotado; iii- relación entre superficie, cantidad de personas y horas de uso.

A modo de ejemplo, se expone un diagnóstico del consumo energético de una tipología escolar correspondiente al nivel EGB (Educación General Básica de 6 a 14 años). Se compone de 14 aulas, con una matrícula de 420 alumnos, y una representatividad en el universo superior al 16 %. (Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires, 1998). Se analizan los requerimientos de climatización y los consumos de iluminación y equipamiento para las distintas áreas a partir del análisis de sus correspondientes MEEP. (Hoses, S. 2000).

Se plantea de esta manera, mediante el proceso de integración, describir el comportamiento energético de un edificio del sector educación discriminado por áreas, validar y ajustar la metodología desarrollada a nivel diferencial (MEEP) y comparar los resultados con los obtenidos a nivel global y particular. (San Juan, G. 1996).

1- Becario Perfeccionamiento CONICET

2- Investigador CONICET

Una vez obtenido un diagnóstico del consumo energético del total del edificio y discriminado por los distintos niveles de integración, el siguiente paso consiste en reducir el consumo a partir de la optimización de las variables intervinientes.

Para ello se desarrolló una metodología a partir de la evaluación del comportamiento lumínico (ubicación, tamaño de las aberturas y artefactos), de la optimización de la climatización con costo 0 (considerando los aportes de energía) y de las pérdidas térmicas originadas por los distintos tipos de paramentos, (superficie, transmitancia térmica, características climáticas de la localidad). Finalmente, se analiza el costo de las mejoras introducidas con respecto a la situación original y su amortización en un determinado plazo.

DIAGNOSTICO ENERGÉTICO A PARTIR DE LA INTEGRACIÓN DE MEEP.

La metodología desarrollada para el cálculo de las necesidades energéticas, se basa en el estudio detallado de las variables edilicias, su localización, clima, iluminación y equipamiento. Estas nos permiten cuantificar y discriminar los requerimientos energéticos mediante la construcción de sectores característicos, (denominados MEEP).

Para determinar las necesidades de climatización se consideraron los aportes y las pérdidas de energía, siendo las variables intervinientes: ocupación, iluminación, equipamiento, ganancia directa por ventanas (GAD) (si bien la normativa Nacional establece como requisito que la iluminación natural debe ser indirecta) (Ministerio de Cultura y Educación de la Nación MCEN, 1997); renovaciones de aire y envolvente. (Martini, I. 1999).

Los cálculos se realizaron teniendo en cuenta las siguientes características:

- Se consideró al edificio exento, para no alterar los resultados con casos particulares de implantación.
- Se adoptó un sistema constructivo tradicional de ladrillos huecos con un espesor de 0.18 m revocado con una transmitancia térmica (K) de 1,84 W/m²°C. En cuanto a la superficie vidriada se consideró ventana de vidrio simple (tau= 0,8) sin protección y una transmitancia térmica (K) de 5,82 W/m²°C. La cubierta se consideró de chapa con una aislación de poliestireno expandido de 0,05 m y una transmitancia térmica (K) de 0,63 W/m²°C para las aulas. En el caso de las circulaciones y los servicios se adoptó un techo de losa de H°A° con un (K) de 3,82 W/m²°C.
- Se han tomado 9 renovaciones de aire por hora que se encuentra dentro del rango exigido por la normativa rectora de la Arquitectura Escolar. (Ministerio de Cultura y Educación de la Nación, 1997)
- El periodo con necesidad de calefacción se extiende desde Abril a Octubre, descontando el receso invernal y los días no laborales, tomando como días de uso efectivo 130.
- Las dimensiones de cada módulo se determinaron según los planos del establecimiento;
- La ganancia directa por ventana (MJ/m²) se obtuvo de las tablas de ganancia directa por aventanamientos para nuestra zona climática (templada-húmeda) considerando las diferentes alternativas de orientación. (Guerrero, 1986).

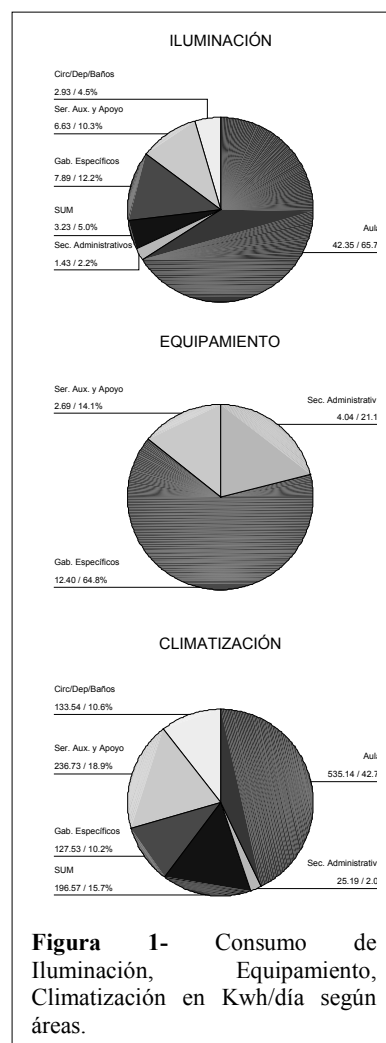
Con los resultados para iluminación, equipamiento y climatización en Kwh/día.m² de cada MEEP, se comenzó la integración para obtener los valores totales del establecimiento. Se agruparon los valores de cada MEEP (Iluminación más Equipamiento por un lado y por el otro los valores de climatización) en los distintos niveles del edificio (Planta Baja, y Primer Piso). Estos valores se multiplicaron por su respectiva superficie para obtener los resultados Totales en Kwh/día. Posteriormente se agruparon en áreas definidas, siendo: *AU Aulas*; *DM Sectores administrativos*; *SM Salones de usos múltiples*; *DE Areas deportivas y de esparcimiento*; *GE Gabinetes específicos*; *AX Servicios Auxiliares y de apoyo*.

Esto nos permite hacer un diagnóstico por área teniendo en cuenta los aportes y pérdidas de energía de cada módulo que la compone. (Ver Figura 1).

De esta manera obtenemos los siguientes avances:

- Si analizamos los requerimientos energéticos en *iluminación*, el Área *Aulas* es la que mayor consumo requiere con un 66% del consumo total en iluminación. Esto se debe a que este MEEP cuenta con un importante requerimiento lumínico tanto para la iluminación General como para la Localizada. Además es el área que concentra la mayor superficie del establecimiento.

- En el caso de la variable de *equipamiento*, el área de *Gabinetes Específicos* es la que tiene mayor aporte de energía por



equipamiento, (12,40 Kwh/día), ya que cuenta con computadoras, impresoras, grabadores, etc.

- En cuanto a *climatización*, los MEEP *Aulas* que componen dicha área no presentan un gran consumo, (0,836 Kwh/díam²), ya que se caracterizan por concentrar en un espacio reducido, un importante número de personas con el consiguiente aporte energético. Se utiliza un tiempo de ocupación de 10 hs (2 turnos). Sin embargo esta área requiere un 42 % del consumo total de climatización ya que concentra un 31 % de la superficie del establecimiento, y por lo tanto las necesidades de climatización resultan importantes cuando se consideran los requerimientos de la totalidad del área.

Con el propósito de verificar los resultados de esta primera integración de los (MEEP) comparamos los consumos reales registrados por los Medidores de Energía (Camuzzi, Gas Pampeana) del establecimiento en estudio, acusando una diferencia del 10 %. Esto implica que, el proceso de integración presenta un buen ajuste metodológico con la realidad; entendiendo que los resultados obtenidos responden a los requerimientos mínimos normativos, en los que no intervienen pautas de URE.

Una vez analizados e identificados los consumos de las distintas áreas del establecimiento, se comenzó con la optimización del *Area Aulas*. Dicha elección se debe a que en estudios sistemáticos de análisis tipológico y comportamiento energético de edificios escolares realizados en este grupo de investigación (San Juan, G. 1996), se han analizado diversos sectores edilicios, en los cuales el módulo *Aula* resulta el de mayor influencia en el conjunto escolar y por lo tanto el área que requiere mayor consumo para climatización.

OPTIMIZACION DEL AREA AULAS.

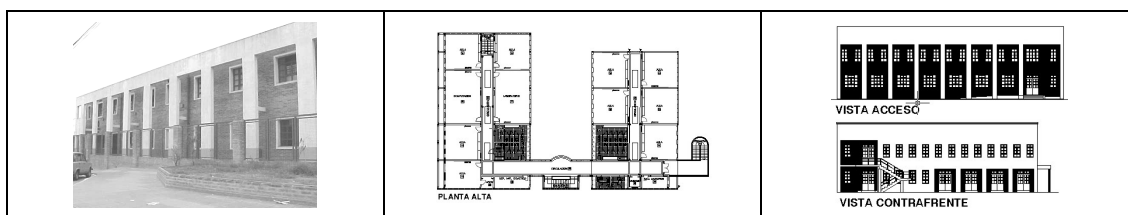


Figura 2- Plantas, vistas y fotos de la tipología seleccionada. Fuente: Hoses, S. 2000.

La tipología combinada de dos plantas cuenta con 14 aulas; 5 en planta baja y 9 en el primer piso. En Planta Baja 2 están orientadas al Este y 3 al Oeste; las del Primer Piso, 4 orientadas al Este y 5 al Oeste. (Ver Figura 2). Para la optimización se profundiza el análisis de cada módulo (MEEP), implementando medidas de URE en cada variable. Consiste en identificar y redimensionar las variables estructurales, y entre ellas las referidas a confort higrotérmico y lumínico detectando los yacimientos de ahorro energético:

- a- *Optimización de la iluminación:* consiste en verificar la intensidad lumínica real del área considerando principalmente los aportes de iluminación natural que se introducen en los módulos, y evaluar las posibilidades de reducir el consumo energético a partir de la ubicación, el tamaño de las aberturas y tipo de artefactos.
- b- *Optimización de la climatización con costo 0:* una vez calculada la demanda de climatización del área en régimen estacionario, la optimización con costo 0 implica una reducción de la energía necesaria de calefacción considerando los aportes por ocupación, iluminación, equipamiento y ganancia directa por ventana.
- c- *Optimización de la envoltante:* en este caso se intenta reducir el consumo de energía a partir de la reducción de la transmitancia térmica “K”, teniendo en cuenta la superficie de los distintos tipos de paramentos y características climáticas de la localidad.

a. Optimización de la iluminación.

La metodología desarrollada para la evaluación del comportamiento lumínico consiste en analizar los porcentajes de iluminación natural que se introducen en cada MEEP que compone el área Aulas con el objeto de reducir el consumo de iluminación artificial.

Se utilizó el programa de simulación denominado RAFIS (Serra, R. 1992). Los resultados obtenidos permiten ser contrastados con los obtenidos del relevamiento in situ de cada módulo y así proponer alternativas de diseño para su optimización. (Ej: redistribución de los artefactos de iluminación, optimización de las horas de uso, etc.). La evaluación se realizó para las *Aulas* Este y Oeste, (Ver Figura 3).

Para la ciudad de La Plata (34° Latitud Sur) durante el mes de junio se considera un aporte lumínico exterior de 4000 lux a las 8 hs y a las 16 hs; de 45000 lux a las 10 hs y a las 14 hs y de 55000 lux a las 12 hs (Instituto Argentino de Racionalidad de Materiales. Asociación Argentina de luminotecnia). En la Tabla 1 transcribimos los valores de iluminación natural en lux aportados en los distintos sectores del aula de acuerdo a los porcentajes establecidos por el programa RAFIS. A partir de estos porcentajes y los valores de iluminación general (500 lux) y localizada (1000 lux) requeridos para cada módulo, se puede establecer la iluminación artificial (general y localizada) necesaria para cada sector de los módulos que integran el área.

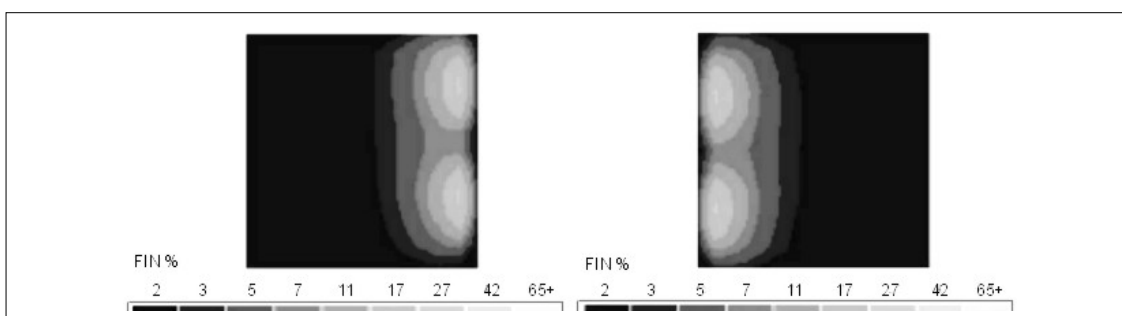


Figura 3- Salidas de programa RAFIS para las Aulas Este y Oeste.

VALORES DE ILUMINACIÓN NATURAL (RAFIS) Y ARTIFICIAL (LOCALIZADA Y GENERAL)									
% de Ilum. Nat.	4000 (lux) 8hs y 16hs			45000 (lux) 10hs y 14hs			55000 (lux) 12hs		
	RAFIS	GRAL	LOC	RAFIS	GRAL	LOC	RAFIS	GRAL	LOC
3%	120	380	880	1350	- 850	- 350	1650	- 1150	- 650
7%	280	220	720	3150	- 650	- 2150	3850	- 3550	- 2850
17%	680	- 180	320	7650	- 7150	- 6650	9350	- 8850	- 8350
42%	1680	- 1180	- 680	18900	- 18400	- 17900	23100	- 22600	- 22100

Tabla 1- Valores de iluminación natural (RAFIS) según los requerimientos mínimos de iluminación Gral y Loc.

La Figura 3 (salidas del programa RAFIS para cada aula según la orientación) muestra los porcentajes establecidos en el programa y la distribución de la iluminación natural.

En el caso de la *Iluminación General*, se necesita iluminación artificial en el horario antes de las 8 hs y a partir de las 16 hs, en las áreas donde se registra un 3% y un 7% de la iluminación natural. Con respecto a la *Iluminación Localizada* se requiere antes de las 8 hs y a partir de las 16 hs, donde la iluminación natural es un 3%, un 7% y un 17%. Los valores positivos son los correspondientes a la cantidad de lux de iluminación artificial necesarios para cada sector del MEEP.

b. Optimización de la climatización con costo 0.

Para el cálculo de la energía necesaria para climatización se empleó un balance estacionario considerando las pérdidas por *Renovación de Aire* y por *Envolvente*. Una vez obtenido el total de climatización en Kwh/año, el siguiente paso consiste en optimizar el consumo considerando los aportes de energía en *iluminación, ocupación y ganancia directa por ventana*. La diferencia existente entre los aportes y las pérdidas de energía, resulta el valor de las necesidades de climatización optimizadas con costo 0.

En este caso tenemos que las pérdidas de energía resulta un total de 17863,82 Kwh/año. Para reducir el requerimiento energético con pautas con costo 0, se plantea calcular la demanda de climatización incorporando los aportes de energía obteniendo un valor total por aportes de energía de 39483,46 Kwh/año.

Resulta entonces de ambos cálculos: $E_{cli\ tot} = 39483,46\ Kwh/año - 17863,82\ Kwh/año = 21619,64\ Kwh/año$

El exceso de energía por aportes implica un nivel superior de renovaciones de aire a los efectos de mantener las condiciones de habitabilidad. Esto es una de las características fundamentales de esta área del subsector educación, por concentrar en un espacio reducido un importante número de personas.

c. Evaluación de las pérdidas energéticas por envolvente.

Para la evaluación de la envolvente y los posibles ahorros energéticos a partir del mejoramiento del paramento el programa de simulación adoptado es el EvalK. (Czajkowski, J.1996). Este programa se basa en la evaluación de las pérdidas térmicas de los sistemas constructivos de muros y techos según la Norma IRAM 11.605.

El estudio de las pérdidas energéticas por envolvente del MEEP aula, se realizó para un muro tradicional de ladrillo común, para cada orientación: Este y Oeste. Se evaluaron las resistencias térmicas (K) de cada uno de los componentes del elemento, con el objeto de reducir las pérdidas energéticas originadas por la envolvente.

Se propuso una mejora de la aislación térmica en los muros incorporando aislación térmica, 1" poliestireno expandido, 20kg/m³ y terminación interior. En la cubierta se le incorporó también aislación térmica, 3" de poliestireno expandido de 20kg/m³. (San Juan, G. 2000). La Tabla 2 nos muestra las pérdidas de energía por envolvente en la situación original y mejorada con su correspondiente porcentaje de reducción.

Según la Figura 1 (distribución de los consumos de las distintas áreas), el área aula constituye el área de mayor consumo en climatización (42,7%). A partir de la metodología desarrollada, la intervención en la envolvente para su optimización permite reducir el consumo del área en un 60 %.

	SITUACIÓN ORIGINAL		SITUACIÓN MEJORADA		Diferencia %
MURO	(K) 1,84	121,776 Kwh/día	(K) 0,76	48,248 Kwh/día	39,62
TECHO	(K) 0,66		(K) 0,39		

Tabla 2- Características tecnológicas de cálculo.

CALCULO DE AMORTIZACIÓN.

Para verificar la amortización de la inversión, de las mejoras introducidas en el área Aula a partir de la optimización de la envolvente con reducción del costo operativo y mejoramiento del confort se utilizó el software del grupo de trabajo (RENTA 94).(Czajkowski, J. 1996). Mediante la utilización de esta metodología, es posible ponderar la conveniencia de aplicar estrategias de mejoramiento donde la inversión se amortice con el ahorro generado a partir de las mejoras de la envolvente propuestas. Para ello se tuvieron en cuenta las siguientes características:

- Se consideró una renta del capital anual del 5,5 % y una tasa de incremento del combustible de 21,2%.(www.adigas.com.ar/stats-metrogas-esp.html).
- Se determinó el costo del combustible utilizado sin optimizar. Sabiendo que el área aulas tiene una pérdida de energía por envolvente (techo y muro) de 15830,88 Kwh/año (121,776 Kwh/día x 130 días) sin optimizar, (Ver Tabla 2), y conociendo el precio del gas por m³, (Camuzzi, Gas Pampeana), se puede determinar el costo anual de energía en calefacción, con la siguiente expresión (Czajkowski, J. 2001):

$$CEC_{anual} = (Q \times CC) / P_c \text{ combustible} / \rho = 15830,88 \text{ kwh/año} \times 0,3053 \text{ \$/m}^3 / 10,7 \text{ kwh/ m}^3 / 0,3 = \mathbf{1505,66 \text{ \$/año}}$$

Donde: CEC_{anual} = Costo de Energía en Calefacción Anual; Q= Carga Térmica; CC= Costo del Combustible: Gas Natural = 0,3053 \$/m³ (9192 cal/ m³); P_c: Poder Calorífico del combustible. Gas Natural: 10.7 Kwh/m³ (9192 cal/ m³); ρ= Rendimiento del equipo de calefacción. Tiro balanceado: 0,3 a 0,4.

- Se determinó el costo del combustible utilizado a partir de la optimización de la envolvente. Con la aplicación de las medidas de ahorro, donde las perdidas de energía por envolvente (techo y muro) se reducen a 6272,24 Kwh/año (48,248 Kwh/día x 130 días), (Ver Tabla 2), el costo anual del combustible resulta el siguiente:

$$6272,24 \text{ kwh/año} \times 0,3053 \text{ \$/m}^3 / 10,7 \text{ kwh/ m}^3 / 0,3 = \mathbf{596,55 \text{ \$/año}}$$

- Se calculó el costo de la inversión. Para ello se obtuvieron los precios (\$) de los distintos elementos constructivos real, mejorado y la diferencia en precio que existe entre ellos. Ver Tabla 3 (Hoses, S. 2000).

ELEMENTO CONSTRUCTIVO		M ² \$	M ² aisl \$	DIFER \$	Aulas (m ²)	SOBRE COSTO (m ²)
CUBIERTA	LOSA H° A°	\$ 42,60	\$ 50,93	\$ 8,33	69,80	\$ 581,43
	Cubierta de Chapa	\$ 74,00	\$ 79,00	\$ 5,00	522,80	\$2614,00
						\$3195,43
MUROS	Muro ladrillo hueco 0,20, revocado	\$ 55,50	\$ 77,50	\$ 22,00	495,76	\$10906,72
						\$10906,72
SOBRECOSTO OPCIÓN TODO						\$14102,15

Tabla 3- Resumen de los precios (\$) de los distintos elementos constructivos real, mejorado. (DGEyC)

Con los datos obtenidos y la aplicación del programa RENTA 94, se determinó que la amortización del costo de la inversión para la optimización del área aulas será en 9 años. La Tabla 4 resume los resultados obtenidos a partir de la aplicación del RENTA 94.

Costo de la instalación	14102,15 \$	Costo del combustible con medidas de ahorro	596,55 \$
Renta del Capital	5,5 %	Tasa de incremento del combustible	21,2 %
Costo del combustible sin medidas de ahorro	1505,66 \$		

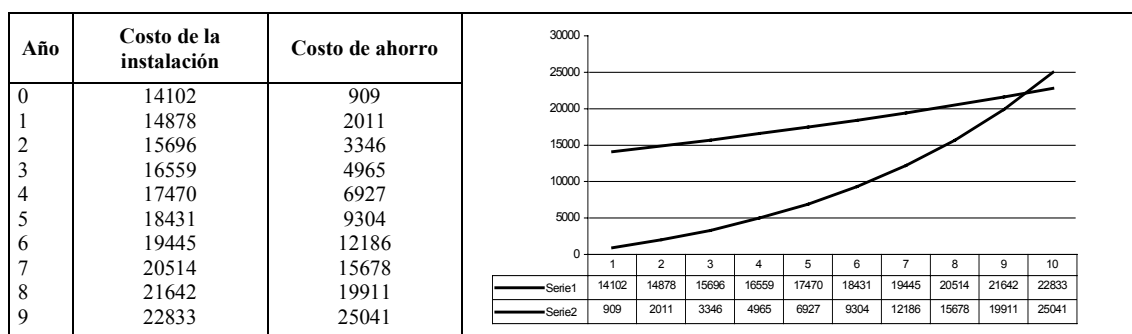


Tabla 4- Resultados obtenidos a partir del RENTA 94.

CONCLUSIONES GENERALES.

La aplicación y validación de la metodología de integración de MEEP en todos sus niveles de análisis a un establecimiento de educación nos ha permitido, obtener valores detallados y diferenciados para cada una de las variables. Asimismo se han podido detallar y cuantificar áreas de diferentes intensidades energéticas, advirtiendo en cada caso las causales de las mismas (Factor de ocupación, equipamiento, renovaciones, etc.) obteniendo los valores discriminados por áreas.

El conocimiento específico de cada nivel de integración (MEEP, Área) desde el punto de vista edilicio, energético y productivo, permite determinar la demanda energética y los posibles yacimientos de ahorro de cada una de las áreas específicas de los establecimientos de la red.

Las estrategias de reducción del consumo, con un leve aumento en el costo inicial, (2%) con periodos de amortización cortos (9 años) en relación a la vida útil del edificio, implican beneficios que no resultan despreciables, a saber: a) un menor costo operativo durante la vida útil de edificio, b) un mejoramiento en la calidad térmica de los ambientes y c) una disminución en la inversión inicial por la posibilidad de instalar equipos de menor potencia.

Asimismo, la determinación de valores optimizados nos permite proponer alternativas de diseño, contemplando las variables energéticas-productivas, orientadas a la optimización de la habitabilidad (confort higrotérmico y lumínico).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Czajkowski, J. (1996): Sistema informatizado en ambiente CAD para la evaluación y diagnóstico temprano del comportamiento de edificios complejos de la red de salud pública en el territorio nacional. Informe. Beca Posdoctoral. CONICET.
- Czajkowski, J. (2001): Instalaciones I y II. Trabajo Práctico desarrollado para el Taller Vertical de Instalaciones I y II.
- DGEyC: Dirección General de Educación y Cultura de la Provincia de Buenos Aires.
- Guerrero, J et al. (1986): Plan piloto de evaluación energética de la zona de Capital Federal y Gran Buenos Aires. Tabla 5, pg. 63, IAS/FIPE, CIC. Informe final, La Plata.
- Hoses, S.; Martini, I.; San Juan, G. (2000): Metodología para un estudio comparativo del funcionamiento energético de prototipos educacionales de la provincia de Buenos Aires. VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Modernidade e sustentabilidade. Salvador. Bahía. Brasil.
- Hoses, S., San Juan, G. Gonzalez, D. Piñeyro, J (2000): Evaluación energética e incidencia de mejoras tecnológicas en tipologías escolares Bonaerenses. ASADES. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol 4, N° 1.
- IRAM: Iluminación natural en edificios. Condiciones generales y requisitos especiales. Instituto Argentino de Racionalidad de Materiales. Asociación Argentina de Luminotecnia.
- Martini, I.; Discoli, C.; Rosenfeld, Y.; Rosenfeld, E. (1999): Metodología de cálculo de las demandas edilicias-energéticas-productivas aplicada a las redes de salud y educación, utilizando diferentes niveles de integración. Anais del V Encontro Nacional do Conforto no ambiente construido. Fortaleza, Brasil.
- Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. MCEN. (1997).
- San Juan, G. (1996): Sistema de diagnóstico de la gestión educativa de la Prov. Buenos Aires. Variables Energo - Productivas y de habitabilidad. Beca Post doctoral CONICET.
- San Juan, G., Bogatto, M., Rosenfeld, E. (1996). Desarrollo metodológico para la evaluación del comportamiento lumínico de la red tipológica de edificios de educación de la Provincia de Buenos Aires. ASADES.
- Serra, r. Lladser, J. Parera, H. Coch, X. Solsona. (1992): RAFIS. Rough Analysis For Illuminating Spaces. UPC, ETSAB, Barcelona.

ABSTRACT: This work shows a diagnosis of the energy consumption of a building of the education sector from the analysis of the Productive Energetic Building Modules (MEEP) and the optimisation of the Classrooms Area. A school typology from the General Basic Education level is analysed, defining the different MEEP with their respective Areas and analysing the air conditioning, illumination and equipment consumption's requirements for the different required levels. Once obtained the diagnosis of the building, the optimisation of the Classrooms area is proposed, considering the light behaviour, air conditioning optimisation with 0 cost and thermal losses originated by the different surfaces, knowing its paying-off in a certain term. These consumption reduction strategies, with a little increase in the initial cost, with short periods of paying-off, allows us to obtain a smaller operative cost during the building useful life and an improvement in the thermal quality of the modules.

Key words: Energy diagnosis; Energy optimisation; Cost-benefit.